

Antti Laurukainen

WLAN-verkon paikannuksen suorituskyky

WLAN-verkon paikannuksen suorituskyky

Antti Laurukainen
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Tietotekniikka
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Raahessa syksyn 2010 ja kevään 2011 aikana WIDA-projektin osana. Ohjausta ja materiaalit sain Pasi Maliniemelta; joka toimi myös työelämäohjaajana. Ekahaun ohjelmiin sain apua vaihto-opiskelija Mathieu Marchadourilta. Myös Ekahau järjesti 2-päiväisen käyttökoulutuksen Ekahaun ohjelmiin. Tietoliikenneasioihin sain apua Kai Mutkalta, jos ilmeni tarvetta muuttaa tietoliikenneyhteyksiä.

27.4.2011

Antti Laurukainen

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Raahen tekniikan ja talouden kampus
Tietotekniikka, Tietoturvatekniikka

Tekijä: Antti Laurukainen

Opinnäytetyön nimi: WLAN-verkon paikannuksen suorituskyky

Työn ohjaaja: Eino Niemi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2011

Sivumäärä: 38

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on testata langattoman paikannuksen suorituskykyä konepajassa, johon on rakennettu WLAN-verkko. Tarkoitus on testata paikannuksen tarkkuutta ja konepajojen laitteiden, mm. hitsauksen, vaikutusta tarkkuuteen.

Toteutus piti sisällään Ekahaun paikannusjärjestelmän asentamisen langattomaan verkkoon ja sen suorituskyvyn testauksen ja tulosten analysoinnin. Suorituskyvyn testauksia tehtiin viidellä eri tavalla. Yksi testaustapa oli muuttaa tukiasemien määrää ja tehdä testejä 5, 4 ja 3 tukiasemalla. Tutkittiin yhdellä tavalla tagin sijaintikorkeuden vaikutusta paikannustarkkuuteen. Muissa testeissä tagi oli lattiatasossa ja nyt se oli n. 1,5 metrin korkeudessa. Viimeisenä testaustapana käytettiin eri sovellusta, joka toimii yhteistyössä Ekahaun sovellusten kanssa. Viimeisenä vaiheena tutkittiin ja analysoitiin tehtyjen testien tuloksia. Tutkittiin eroja tuloksissa, kun muutettiin tukiasemien määrää testauksissa, muuttuuko virhe ja missä paikoissa tulokset muuttuvat. Analysoitiin myös 5 tukiasemalla tehtyjen testien tukiasemien signaalin voimakkuuksia. Jokaisesta mittauksesta on mahdollista nähdä, montako tukiasemaa surveyssä on kuultu ja mitkä niiden signaalien voimakkuudet ovat. Kokeiltiin myös hitsauksen aiheuttamien radiotaajuuksien häiriöiden vaikutusta paikannukseen. Tutkittiin, tulevatko hitsauksen radiotaajuushäiriöt samalle taajuusalueelle kuin paikannusjärjestelmä toimii.

Tuloksena saatiin toimiva konepajan paikannusjärjestelmä, jonka ominaisuudet ovat puutteelliset, jotta sitä voisi tehokkaasti hyödyntää konepajoissa ja tehostaa niiden toimintaa. Suurin puute on lokitiedot joita ei ole käytetyssä sovelluksessa, jotta voisi seurata prosessia jälkeenpäin. Siinä olisi ainakin yksi hyvä jatkokehitysmahdollisuus. Myös keskiarvovirhe todellisen paikan ja mitatun paikan välillä paikannuksissa on liian suuri. 5 tukiasemalla keskiarvovirhe oli 3,7 metriä. Tukiasemia tarvittaisiin enemmän, jotta saataisiin tarkkuutta paremmaksi. Testien perusteella ei ole havaittu hitsauksen aiheuttamien radiotaajuushäiriöiden vaikuttavan paikannukseen.

Asiasanat:

WLAN, Paikannus, Ekahau, Langaton paikannus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in information Technology, Information Security Technology

Author: Antti Laurukainen

Title of thesis: WLAN-network positioning performance

Supervisor: Eino Niemi

Term and year of completion: Spring 2011

Number of pages: 38

ABSTRACT

The aim of this Bachelor's thesis was to study WLAN Positioning performance in a workshop equipped with a WLAN-network. The aim was to test the positioning accuracy and the effect of the machinery, among other things a welding machine, on the accuracy.

Fulfilling included installing the Ekahau Positioning System to the wireless network, testing its performance and analyzing the results. Performance tests were made for five different ways. One testing option was to change the number of access points and make tests with 5, 4 and 3 access points. In one test was to study how the height of the tag effects on the accuracy. In other tests the tag was at floor level and now it was in 1.5 meter high. In the last testing option has used an application that worked in co-operation with Ekahau applications. The last phase was to research and analyze the results of the made tests. It has researched the differences between the results when it has changed the number of the access points to find out if the result changes and where it happens. It has also analyzed of the access point signals made by five access points. It's possible to see from every test survey how many access points have been heard in the survey and what is their signal amplitude. It's also researched how the radio frequency noise in welding affects the positioning.

As a result we achieved a working workshop Positioning System the features are of which were not completed that it so could be used effectively in the workshops to improve their operations. The biggest shortage was log files which were not in the used application so that it could follow the process afterwards. This would be a good source for the development. The average mistake between the real place and the surveyed place in positioning was also too big. When it was tested with five access points the average mistake was 3.7 meters. To improve the accuracy, there should be more access points. The tests showed that that the radio frequency noise caused by welding does not affect the positioning.

Keywords:

WLAN, Positioning, Ekahau, WLAN Positioning

SISÄLLYSLUETTELO

ALKULAUSE	1
SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO	5
1.1 GPS(Global Positioning System)	6
1.2 Leica TPS 1200+ Lasertakymetri	7
2 MÄÄRITELMÄ	10
2.1 Ekahaun ohjelmien asennus	10
2.2 Mittausten teko Ekahaun ohjelmilla	10
2.3 Tulosten käsittely ja analysointi	11
3 TOIMINTAYMPÄRISTÖ	12
3.1 Toimintaympäristö	12
3.2 Ohjelmat	13
3.2.1 Ekahau RTLS(Real Time Location System)	13
3.2.2 Ekahau Positioning Engine	14
3.2.3 Ekahau Site Survey	15
3.2.4 Ekahau Vision	17
4 TOTEUTUS	19
4.1 Ohjelman asennus verkkoon	19
4.2 Mittausten teko	20
4.3 Tulosten käsittely ja analysointi	23
4.4 Hitsauksen vaikutus tarkkuuteen	33
6 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	34
7 YHTEENVETO	35
LÄHDELUETTELO	37

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin osana laajempaa WIDA-projektia. Projektin tavoitteena on tutkia langattomien tietoliikenneyhteyksien toimintaa vaikeissa teollisuusolosuhteissa. Yksi päätarkoituksista on tutkia, voitaisiinko konepajojen toimintaa tehostaa WLAN-paikannuksen avulla ja myös tehdä niiden toiminnasta tehokkaampaa ja taloudellisempaa.[1]

Tarkoituksena oli myös tutkia langattomien tietoliikenneyhteyksien (WLAN) soveltuvuutta teollisuusympäristöön, jossa on erilaisia sähköisiä häiriöitä. Yritetään myös löytää luotettavia ratkaisuja eri konepajojen ja teollisuuden sovellutuksille. [2]

Insinöörityöni osuus oli asentaa Ekahaun ohjelmat ja testata niiden suorituskykyä langattomassa verkossa, joka oli rakennettu teollisuushalliin aikaisemmassa opinnäytetyössä. Insinöörityöni yksi osa oli tutkia, millaisia vaikutuksia ympäristöllä ja sen laitteilla on paikannukseen esim. hitsauskoneet ja polttoleikkaukoneet. Vaikuttaako laitteiden käyttö jollain tavalla paikannussovellukseen, mm. huononeeko paikannustarkkuus, hidastuuko paikannusprosessi, onko paikannustarkkuus huonompi alueilla, missä on erilaisia konepajalaitteita. Yksi tärkeimmistä tutkimisen aiheista oli, miten hitsaus vaikuttaa paikannukseen ja, jos vaikuttaa, miten ja miksi.

Ekahaun ohjelmiin kuuluvat mm. Ekahau Positioning Engine, Ekahau Site Survey ja Ekahau Vision. Ekahau Positioning Engine on tärkein sovellus paikannuksessa, koska se laskee paikan langattomassa verkossa tagin lähettämän signaalin perusteella ja näyttää sen kartalla. Enginen käytössä ollut versio oli 4.6.

Ekahau Site Survey on tärkeä sovellus otettaessa paikannus käyttöön langattomassa verkossa. Sillä tehdään perustyö eli kalibroidaan alue, johon paikannus on tarkoitus tehdä. Sillä tehdään myös paikannustestaukset. Site Surveyyn käytetty versio oli 4.6. Tagi on pieni patterilla toimiva laite, joka voi lähettää ja vastaanottaa signaaleja. Sillä myös kalibroidaan alue, jossa paikannusta on tarkoitus tehdä. Jokaisella tagilla on oma MAC-osoite. Tagi on se laite, joka kuuntelee verkossa olevien tukiasemien signaaleja ja lähettää viestiä eteenpäin, joka menee Enginelle, joka laskee tagin paikan ja paikka näkyy sitten kartalla. [3]

Ekahau Visionilla voidaan seurata tagin liikkeitä reaali-aikaisesti langattomassa verkossa. Sen tarkoitus on helpottaa tagien seuraamista ja etsimistä verkosta. Visionin käytetty versio oli 1.7.

1.1 GPS(Global Positioning System)

GPS eli Global Positioning System on Yhdysvaltain puolustusministeriön kehittämä ja rahoittama satelliittipaikannusjärjestelmä, jonka virallinen nimi on Navstar GPS. Se on nykyisin yleisin käytetyistä GNSS-järjestelmä (*Global Navigation Satellite System*).[4]

GPS-satelliittipaikannusjärjestelmä koostuu 24 satelliitista, jotka kiertävät maata n. 20 000 kilometrin korkeudessa maapallon ympäri 2 kertaa vuorokaudessa. Käyttäjäosan muodostavat miljoonat GPS-vastaanottimet.[4]

Navstar-GPS-järjestelmä koostuu kolmesta segmentistä, jotka ovat avaruus, kontrolliverkko ja käyttäjäosa. GPS-vastaanotin mittaa aikaa kellonsa avulla, kuinka kauan signaalin saapuminen kestää vastaanottimelle. GPS-paikannuksessa satelliitit lähettävät atomikellon ajan ja navigaatio-signaalin, jonka GPS-laite vastaanottaa. Laite myös vastaanottaa signaalia useammasta satelliitista, koska niitä tulee kuulua vähintään 4, koska päätelaitteen kello ei ole niin tarkka kuin satelliittien atomikellot. Yhdistämällä satelliittien lähettämät tiedot tietokone laskee sijaintinsa ja näyttää sen paikantimen kartalla.[4]

Päätelaite laskee vastaanottamistaan radiosignaaleista joko pseudoetäisyyttä – käyttämällä satelliittisignaalin päälle moduloituja pseudosatunnaiskoodeja(PRN) – tai kantoaalton vaihetta. Pseudoetäisyyden ratkaisu perustuu signaalin kulkuajan mittaukseen. Paikkaratkaisu pystytään tekemään C/A-koodista (coarse acquisition) eli salaamattomasta koodista. Molempia - koodi ja kantoaalto - voidaan käyttää paikannukseen. Kantoaaltoa käytetään vain monimutkaisissa geodeettisissa GPS-tarkkuusvastaanottimissa, koska kantoaaltoa käytettäessä laskentaa ei voi tehdä reaaliajassa.[4]

GPS suunniteltiin aikanaan etupäässä sotilaallisia tarpeita varten. Järjestelmän täysi tarkkuus varattiin kuitenkin sotilaiden yksinoikeudeksi. Nykyisin GPS on kuitenkin avoin kaikille. Navstar-GPS:n tarkkuus on vaakasuunnassa muutama metri ja korkeussuunnassa n. 2-3 kertaa

heikompi. Paikannusvirhettä aiheuttavat satelliittien rata- ja kellovirhe, ilmakehä, monitieheijastuminen, satelliittigeometria, paikantimen virheet, tahallinen häirintä ja käyttäjän virheet.[4] Suurin virhettä aiheuttava on tällä hetkellä ilmakehä. Sen ionosfääri ja troposfääri vaikuttavat satelliittien signaalien etenemisnopeuteen ja tämä ilmenee virheinä satelliittien etäisyyksissä. Myös auringon aktiivisuus vaikuttaa maapallon ionosfääriin. Satelliittigeometria eli satelliittien keskinäinen sijainti vaikuttaa myös tarkkuuteen. DOP(Dilution Of Precision) -luku kertoo satelliittigeometria vaikutuksen paikannuksen tarkkuuteen. Mitä pienempi luku, sen pienempi vaikutus tarkkuuteen heikentävästi. Tarkkuus on riittävän hyvä, kun PDOP(Position DOP) -arvo on alle 6.[5]

Differentiaalinen GPS kehitettiin tarkkuuden parantamisen ja SA-häirinnän aiheuttaman epätarkkuuden poistamiseen. Sa-häirintä eli Selective Availability on menetelmä, jolla heikennetään tahallisesti siviilikäytössä olevaa C-koodiin perustuvaa GPS-signaalia. Virhettä lisätään joko satelliitin kelloon tai rataelementin ratatietoihin. Tämä signaalihäirintä lopetettiin toukokuussa vuonna 2000.[6] Tämän mahdollistavat uudet lisätyt tukiasemat, joiden sijainti on tarkkaan tiedossa. Tukiasema laskee SA-häirinnän aiheuttaman virheen, kun se kuuntelee satelliittien lähettämää dataa ja vertaa sitä omaan tarkkaan paikkaansa. Näiden tietojen avulla saadaan laskettua virheen suuruus. Differentiaalisen paikanmäärityksen tarkkuus on 0,5-5 m. [4]

Suhteellisessa paikanmäärityksessä käytetään hyväksi signaalien kantoaaltoja. Paikantamiseen tarvitaan vähintään kaksi vastaanotinta. Toisen pitää olla koordinaateiltaan tunnetulla pisteellä, jotta voidaan määrittää koordinaattierot vastaanottimien välillä. Vastaanotin lukittuu, ja signaalin vastaanotin mittaa kantoaallon vaiheen. Sen jälkeen vastaanotin alkaa laskea signaalin tulevien kokonaisten aallonpituuksien lukumäärää. Satelliitin liikkeessä sen etäisyyksien muutokset näkyvät vastaanottimen laskemien saapuneiden aallonpituuksien lukumäärässä. Useamman satelliitin havainnoimisella aallonpituuksista voidaan laskea satelliitin etäisyys vastaanottimesta. Suhteellisen paikannuksen tarkkuus on alle 5 cm.[5]

1.2 Leica TPS 1200+ Lasertakymetri

Leica TPS 1200+ on Leica Geosystems Oy:n luoma lasertakymetri tarkkoihin mittauksiin. Laitteella voi tehdä mittauksia, laskea ja tallentaa dataa. Tarkkuudelle löytyy monia erilaisia

kategorioita. Se toimii yhteistyössä GNSS-järjestelmän kanssa. Se on myös yhdistetty LGO:n kanssa datan tutkimiseen, vaihtamiseen ja hallintaan. Mittauksia voidaan tehdä prisman avulla tai ilman prismaakin. Prisma on optinen laite, jolla voidaan taistaa, heijastaa tai hajottaa valoa. Se heijastaa takymetrin lähettämän säteen takaisin takymetrille, jonka perusteella takymetri määrittää paikan, jossa prisma oli. [7]

Laitteesta löytyy kolme erilaista mittausmoodia:

- IR moodi. Tällä moodilla mitataan etäisyys prismasta.
- RL moodi. Tämä moodi mahdollistaa etäisyyden mittaukset ilman prismaa
- LO moodi. Tämä moodi näyttää mittauksessa punaisen laserin ja sillä on kyky mitata laajempia matkoja prismasta. [8]

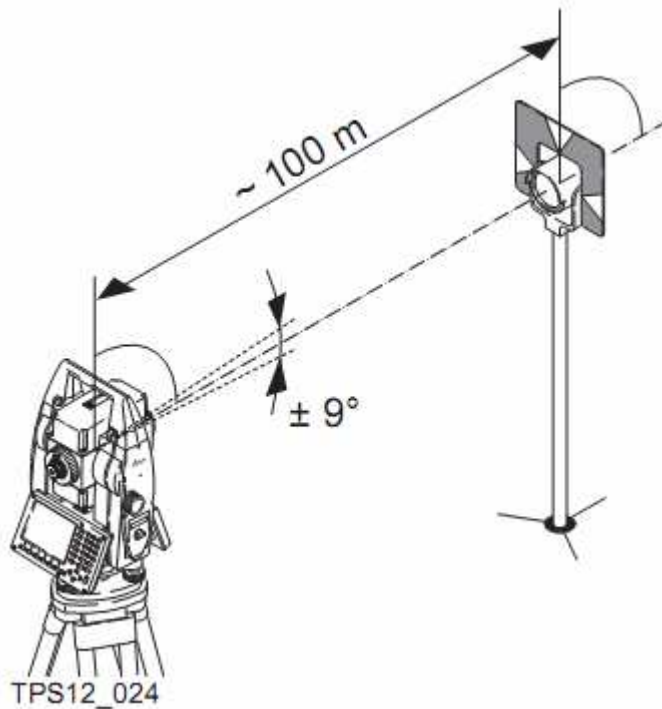
ATR(Automatic Target Recognition) automaattinen mittaustapahtuma, josta löytyy kolme erilaista moodia. Kohdistetaan ATR:llä karkeasti prismaa kohti ja annetaan mittauskomennot. Takymetri tekee loput mittaustapahtumassa. Infrapunasäde heijastuu takaisin prismasta ja se analysoidaan. Laite liikkuu automaattisesti, keskittää prisman keskelle ja mittaa etäisyyden.[9]

ATR:llä on kolme erilaista automatisoitua mittausta:

- None: ei ATR:ää – ei automaatiota eikä seuranta.
- ATR: Automaattinen osoitus prismaan.
- LOCK: Automaattinen jäljitys valmiiksi paikannettuun prismaan. [10]

Lukitus (Lock) -tila on osa ATR:ää ja se mahdollistaa TPS1200+:lle liikkeessä olevan prisman seuraamisen. ATR-mittauksen jälkeen TPS1200+ pysyy lukittuna prismaan ja seuraa sen liikkeitä. Mittauksia voi tehdä liikkeen aikana. [11]

PowerSearch on automaattinen prisman etsintä. Kun se on aktivoitu, takymetri lähettää pystysuuntaisen laserviuhkan. Kun takymetri löytää prisman, se pysähtyy ja ATR aktivoituu ja määrittää pisteen automaattisesti. Sitä voidaan käyttää ennen ATR-mittauksia tai prisman uudelleen etsimiseen, jos automaattinen prisman seuranta loppuu. Maksimietäisyys on 300 m.[12]



Kuva 1. Takymetrin säätämistä tilassa ennen käyttöönottoa ja referenssipisteiden määrittämistä. Referenssipisteiden avulla takymetri määrittää koordinaatit mittauksia tehdessä.

Toiminta-alue ilman prismaa on 2000 m. Maksimietäisyys parhaimmassa tapauksissa ja olosuhteissa on 12 km. Tarkkuus on parhaimmillaan 1 mm + 1,5 ppm. Resoluutio on s 0,1 mm. Laserpisteen koko on 2 cm/50 m. [13]

LGO(Leica Geo Office) tarjoaa mahdollisuuden siirtää dataa tietokoneen ja laitteen välillä muistikortin avulla. Sillä on mahdollista datan hallinnointi, joka sisältää katselun, editoinnin ja raportoinnin. Lisäksi on mahdollista luoda ja hallinnoida koodilistoja, luoda ja käyttää tiedostoja, poistaa niitä järjestelmästä ja ladata niitä järjestelmän ja laitteen välillä. Laite tallentaa työstä datan muistikortille joka on mallia CompactFlash card. Sen kapasiteetti on 256 MB. [14]

2 MÄÄRITELMÄ

Työssä on tarkoituksena testata langattomassa WLAN-verkossa paikannusta ja sen suorituskkyä. Paikkana on konepajaympäristö. Ensin asennetaan Ekahaun ohjelmat tietokoneeseen, joka on kytketty WLAN-verkkoon ja testataan sen toimivuutta. Kun on saatu verkko rakennettua, voidaan tehdä paikannusmittauksia tarvittavilla välineillä.

Ensin tehdään mittaus paikannusohjelmalla ja sen jälkeen tarkistetaan mittaus lasermittauksella, missä on kohteen todellinen paikka ja kuinka paljon virhe on.

Viimeisenä käsitellään tuloksia matemaattisesti ja analysoidaan saatuja tuloksia. Näiden pohjalta pitäisi olla informaatiota paikannusmittauksista, mikä on keskiarvo virheestä ja, mitä häiriöt ja muut erilaiset asiat vaikuttavat mittaustulokseen. Saadaan myös selvyyttä järjestelmän suorituskyvystä.

2.1 Ekahaun ohjelmien asennus

Työssä on kolme eri vaihetta.

Vaiheessa 1 otetaan käyttöön paikannusjärjestelmä ja asennetaan WLAN-verkkoon ohjelmoitu ohjelma. Asennettavat sovellukset ovat Ekahau Real Time Location System, joka asennetaan verkon palvelinkoneeseen. Ekahau Site Survey asennetaan kannettavaan tietokoneeseen, jotta voidaan tehdä kalibrointi ja testaukset. Testataan, toimivatko ne. Jos eivät, tehdään tarvittavat korjaukset. Ekahau Vision asennetaan samaan kannettavaan kuin Ekahau Site Survey.

2.2 Mittausten teko Ekahaun ohjelmilla

Vaiheessa 2 tehdään tarvittavat mittaukset. Tehdään paikannusmittauksia ensin WLAN-ohjelmalla ja tarkistetaan mittaus myös tarkemmalla lasermittauksella. Päällimmäinen tarkoitus on testata paikannusohjelman suorituskkyä ja tutkia eroa, kuinka paljon ohjelmoidulla järjestelmällä

tehty mittaustulos eroaa tarkemmasta lasermittauksesta. Tutkitaan myös, mitä erilaiset häiriöt vaikuttavat mittaustuloksiin. Dokumentoidaan tulokset analysointia varten.

2.3 Tulosten käsittely ja analysointi

Vaiheessa 3 käsitellään kohdassa 2 saatuja tuloksia matemaattisten työkalujen avulla. Kun ne on käsitelty, pitäisi olla koossa tarvittava informaatio, mitä vaikutusta eri asioilla on mittaustuloksiin (esim. etäisyys tietokoneesta). Näiden tulosten perusteella pitäisi pystyä tekemään johtopäätökset mittaustuloksista, mitä vaikutuksia pitää ottaa huomioon, jos aiotaan rakentaa WLAN-paikannusjärjestelmä.

3 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

3.1 Toimintaympäristö

Toimintaympäristönä työn toteutukselle toimivat Steelpolis-tuotantostudion tilat Raahessa. Käytimme aikaisemmassa WIDA-projektin opinnäytetyössä rakennettua langatonta verkkoa. Toimipaikkana oli siis teollisuushalli, jossa tehdään erilaisia metallitutkimuksia ja metallin jatkotyöstöjä, esimerkiksi porauksia, polttoleikkauksia ja hitsaustöitä. Laitteisiin kuuluu muun muassa hitsausrobotti, kiertoilmauuni, plasma- ja polttoleikkaukoneet sekä muita erilaisia työpajalaitteita. Opinnäytetyön yksi päätarkoituksista oli tutkia, miten konepajan eri laitteet ja ympäristö vaikuttaa paikannukseen. Jos vaikuttavat, niin millä tavalla ja miksi. Käytössä on 5 WLAN-tukiasemaa testien tekoa varten.



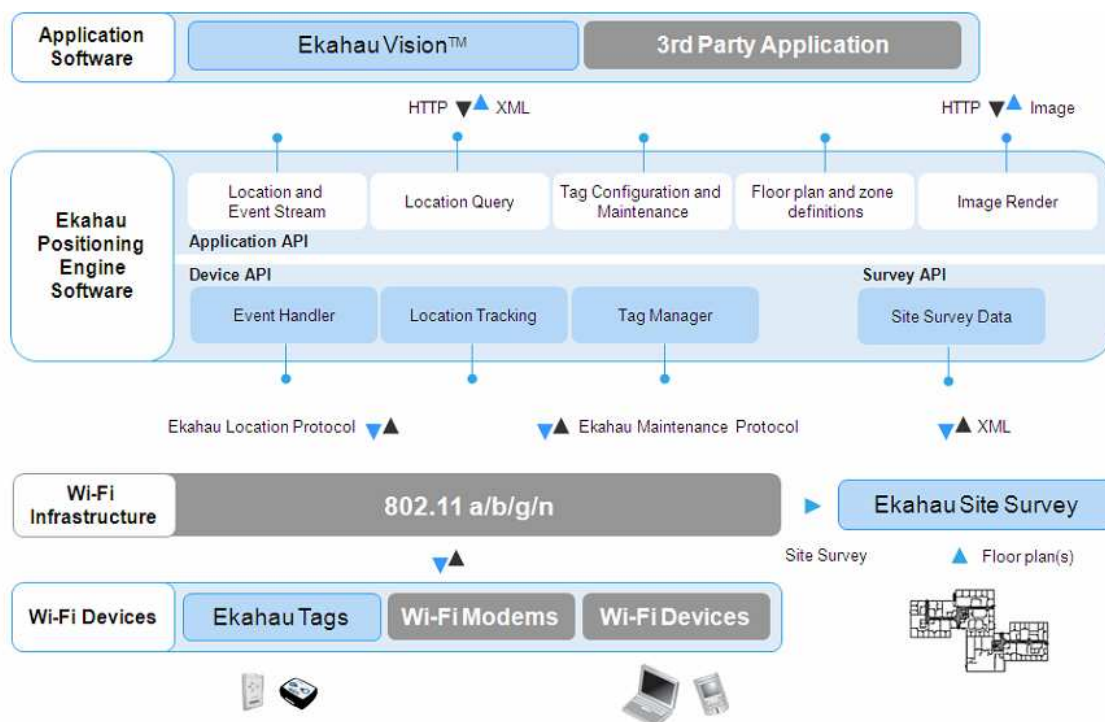
Kuva 2. Tuotantostudion pohjapiirustus, jossa on lattiaan tehtyt pisteet paikannustestauksia varten. Kuvassa näkyvät myös verkkoon liitetyt tukiasemat.

Kuvassa 2 on Tuotantostudion pohjapiirustus, jota tullaan käyttämään paikannuksessa. Tämä kuva on se kartta, jota järjestelmä käyttää paikannuksessa ja kertoo paikan, jonka järjestelmä on laskenut tagin lähettämän signaalin perusteella. Lattiaan on tehty 25 pistettä, jotka näkyvät kuvassa. Pisteiden tarkat koordinaatit on määritetty lasertakymetrillä. Koordinaattien perusteella pisteet on piirretty samassa mittakaavassa kuvaan autocadilla.

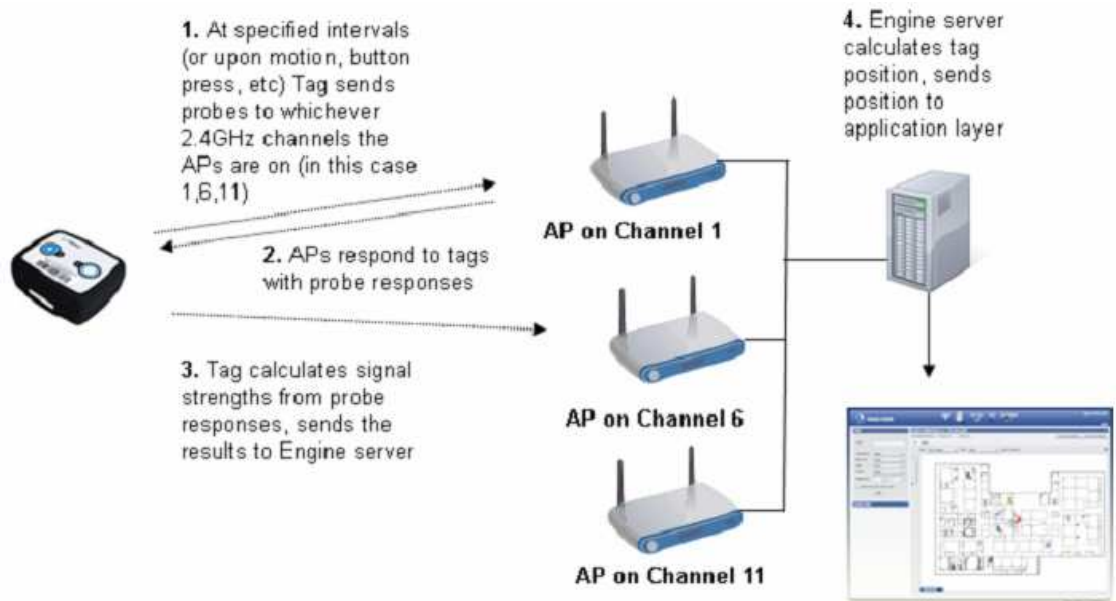
3.2 Ohjelmat

3.2.1 Ekahau RTLS(Real Time Location System)

Ekahau Real-Time Location System(RTLS) on kokonaan automatisoitu järjestelmä, joka jatkuvasti seuraa kohdetta tai henkilöä reaali-ajassa. Se tarjoaa reaali-aikatietoa tunnistetuille käyttäjille, jotka ovat yhdistettynä verkkoon käyttösovelluksilla tai ohjelmilla. Tyypillisesti se sisältää tageja, langattoman verkon, serverin ja loppumattoman ohjelman. Se käyttää signaalin voimakkuudenmittaamiseen Wi-Fi(802.11 a/b/g) tukiasemia paikannukseen. Se myös alentaa käyttökustannuksia ja tekee ohjelmista suoraan yhteensopivia muiden RTLS- sovellusten kanssa, mikä on vaatimus langattomalle infrastruktuurille. Kuvassa 3 on kuvakaavio laitteista, joita paikannusjärjestelmästä löytyy[15].



Kuva 3. Kuvakaavio paikannukseen käytetyistä laitteista.

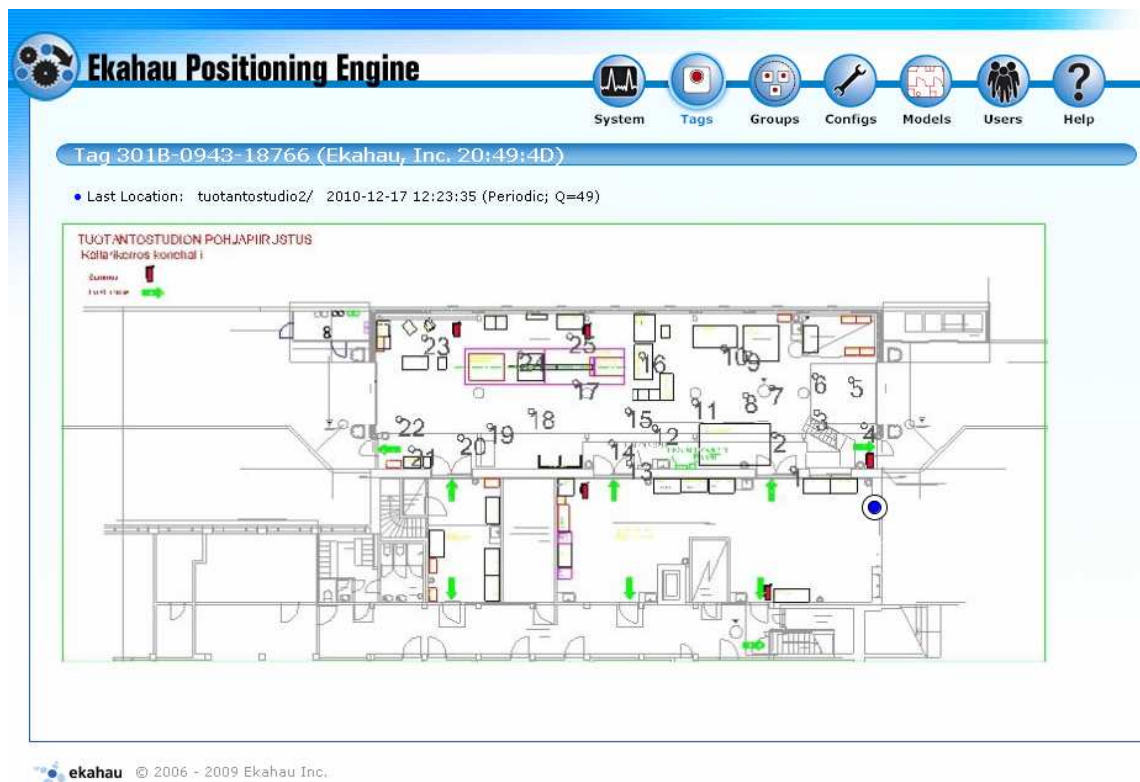


Kuva 4. Kuvakaavio paikannuksen vaiheista.

Kuvassa 4 on esitetty, miten paikannus tapahtuu. Ensin tagi lähettää signaalin tukiasemalle. Sitten tukiasemat vastaavat tagille. Sen jälkeen tagi mittaa tukiasemien signaalien voimakkuudet, jotka vastaavat tagille. Sitten tagi lähettää mitatut tukiasemien voimakkuudet Engineille. Viimeisenä Engine laskee tagin paikan ja näyttää lasketun paikan kartalla.

3.2.2 Ekahau Positioning Engine

Ekahau Positioning Engine on Ekahaun RTLS (Real Time Location System) sovelluksen aivot. Se on web-palvelu, joka pyörii Windowsin omistamassa serverissä. Ominaisuudet on tarkoituksellisesti tehty siten, että systeemin käyttöönotto, tagien hallitseminen ja järjestelmän hallinta on helppoa ja tehokasta. Engine on se sovellus, joka paikannuksessa laskee ilmoittavan tagin sijainnin ja lähettää sen muunnoslaskijalle ja sen jälkeen sijainti näkyy kartalla.[16]



Kuva 5. Kuvakaappaus Enginen paikannustoiminnosta.

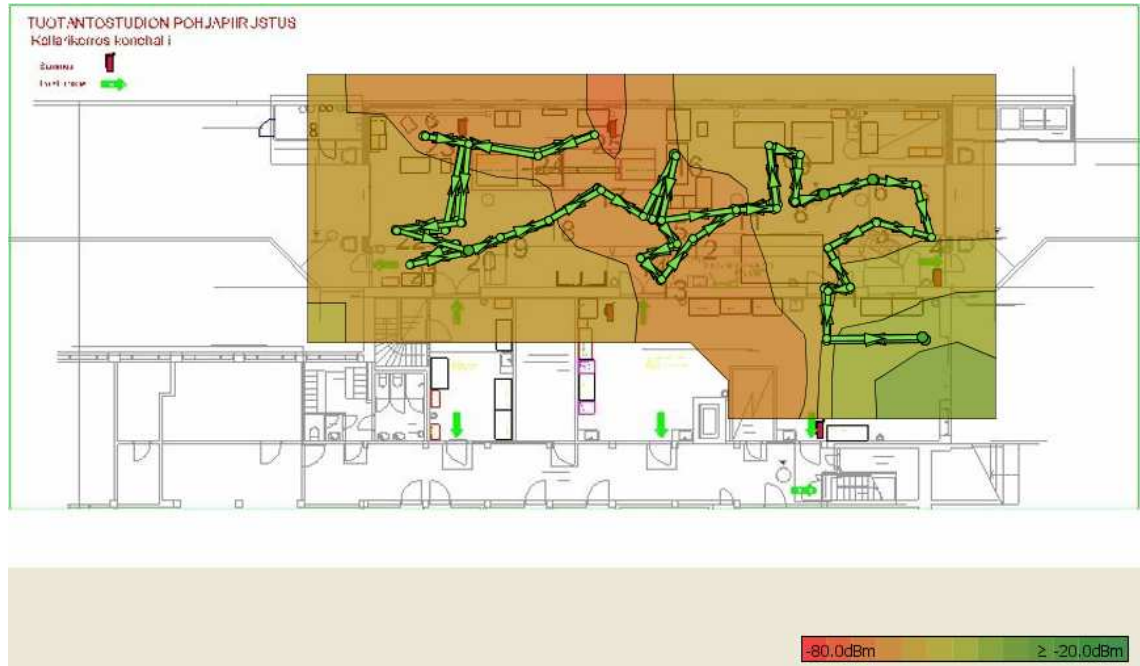
Kuvassa 5 on nähtävissä kuvan 3 perusteella tehty paikannus ja sen lopputulos eli järjestelmä on laskenut tagille paikan ja se on nyt nähtävissä kuvassa. Kuvassa näkyy tagin numero eli voidaan tunnistaa, mikä tagi on ollut kyseessä, ja myös ajankohta, milloin paikannus on tehty eli päivämäärä ja kellonaika.

3.2.3 Ekahau Site Survey

Ekahau Site Survey on ohjelma paikannus Modelin luomiseen joka mahdollistaa tarkan paikkatiedon määrittämiselle. Lisäksi sitä käytetään analysoimaan langatonta verkkoa ja paikannuksen tarkkuutta. EES(Ekahau Site Survey) käyttäen voit myös seurata paikallista Wi-Fi laitteita, kuten kannettavaa tietokonetta tai Wi-Fi tagia.[17]

Enginen täytyy olla tietoinen näistä tukiasemilta tulevista signaaleista ja paikan tuntomerkeistä tarkkaan paikannukseen. Ekahau Site Surveyta käytetään tallentamaan signaalin mittauksia ja määrittämään ympäristöä. Näiden pohjalta kommunikointi tapahtuu Ekahau Positioning Enginen

kanssa. Ekahau Site Surveyllä luodaan se, mitä kutsutaan projektiksi, joka sisältää kaikki mitatun signaalin datan, kuten kaikki tiedot ympäristöstä, seinät, ikkunat ja ovet. Kun projekti tallennetaan, siitä tulee Positioning Model. Ekahau Site Survey on tyypillinen sovellus, jota käytetään kannettavalla tietokoneella.[17]



Kuva 6. Kuva kalibrointitiedostosta, joka on tehty Site Surveylla. Tiedosto tallennetaan Enginelle ja tämän pohjalta Engine tekee paikannuksia.

Kuvassa 6 on Ekahau Site Surveylla tehty kalibrointi, joka on askellettu nähtävällä reitillä pisteiden mukaisesti hallissa ensin pisteestä 1 pisteeseen 25. Sen jälkeen on pysähtytty ja käännytty takaisin ja askellettu takaisin lähtöpisteeseen.

Kalibrointi tehdään siten, että askeletaan kannettavan tietokoneen kanssa tilassa, joka on tarkoitus kalibroida. Painetaan record-komentoa ja askeletaan hitaasti ja samaan aikaan kuunnellaan kannettavalla tietokoneella tagien avulla tukiasemien signaaleja. Pyritään osoittamaan järjestelmälle mahdollisimman tarkasti koko ajan paikka, jossa askeletaan. Mitä tarkemman kalibroinnin haluaa tietylle alueelle, sitä enemmän kalibrointidataa kerätään.[18]

Väri tarkoittaa signaalin voimakkuutta alueella. Vihreä tarkoittaa hyvää signaalin voimakkuutta ja punainen huonoa voimakkuutta.[19] Asetuksissa pystytään myös määrittämään, mitä tukiasemia käytetään. Tässä tapauksessa on tarkoitus käyttää vain wida-verkon tukiasemia. Tämän takia

otetaan käytöstä pois ohjelman muut osoittamat tukiasemat, mitä se kalibrointivaiheessa on löytänyt ja ehdottaa käytettäväksi.[20]

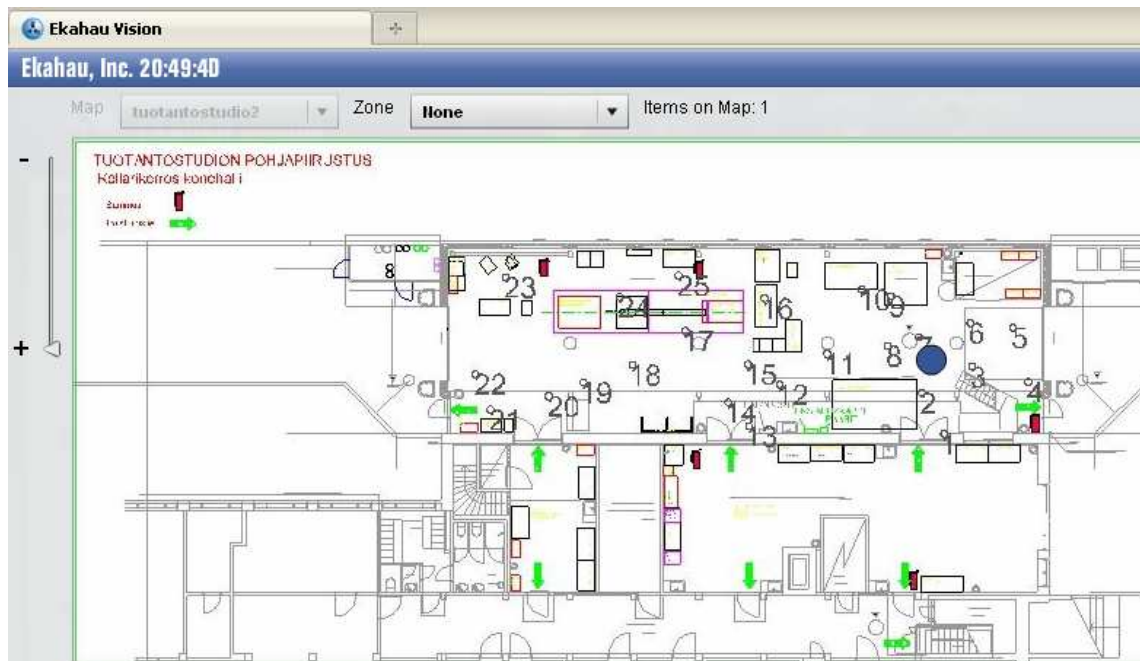
3.2.4 Ekahau Vision

Ekahau Vision on useammalle käyttäjälle tarkoitettu sovellus nopeaan ihmisten ja laitteiden paikannukseen käyttäen web-sovellusta työasemalla, kannettavaa tietokonetta tai kämmentietokonetta. Se käyttää hyödyksi Ekahaun Engineä. Vision tehostaa manuaalista etsintäprosessia, joka on perinteisesti aikaa vievää manuaalista työtä. Vision tarjoaa käyttäjäystävällisen web-sovelluksen ihmisten etsintään ja vastaavasti käyttäjän asetukset, listauksen laitteista, kategorioista, aikaisemmin konfiguroiduista säännöistä, viimeisen tunnetun sijainnin tai henkilön nimen kirjoittamisen. [21]

Listaus sovelluksen ominaisuuksista:

- Etsii kohteita nimillä, käyttäjän tekemästä listasta, ryhmistä ja kategorioista.
- Etsii kohteita annetuista kartoista tai alueista.
- Luo ja hallitsee listoja, kuten infuusiopumpuista, lääkäreistä, hoitajista, trukeista, vierailijoista jne, mikä helpottaa suorittamaan loppuun etsintätehtäviä.
- Sovellus dokumentoi lämpötilan ja myös näyttää sen.
- Tallentaa eniten käytetyt haut, kuten "vapaa pyörätuolit", "infuusiopumput 4. ja 5. kerroksessa".
- Sovellus vastaanottaa ilmoituksia tai hälytyksiä määrätyillä säännöillä, kuten kohde saapuu tai poistuu rakennuksen kerroksesta tai alueelle kerroksessa, tagin nappia painetaan, ilmoitetaan vähäisestä patterista tai lämpötila muuttuu ennaltamäärätyn arvojen ulkopuolelle.
- Järjestelmän ylläpitäjä voi antaa tehtäviä tai poistaa tageja ja luoda ja muokata kategorioita.

[21]



Kuva 7. Kuvakaappaus Visionin paikannuksesta.

Kuvassa 7 Vision näyttää saman paikannustuloksen, jonka Engine näyttää. Tagia klikkaamalla on mahdollista nähdä tietoja tagin paikannuksesta, kuten kellonaika ja päivämäärä.

4 TOTEUTUS

Tarkoituksena oli testata WLAN-paikannusta ja sen suorituskykyä langattomassa verkossa joka on rakennettu konepajaan. Käytössä oli Ekahaun tekemät sovellukset ja laitteet.

4.1 Ohjelman asennus verkkoon

Ensimmäiseksi asennetaan testausta varten Ekahaun tekemä ohjelma langattomien verkkojen paikannusta varten. Verkon palvelinkoneeseen asennetaan Ekahaun tekemä RTLS(Real Time Location System), joka on paikannusta pyörittävä engine. Ekahau Site Survey-ohjelmalla tehdään kalibrointitiedosto alueesta, jota on tarkoitus käyttää paikannukseen ja sen suorituskyvyn testaukseen. Kun kalibrointi on valmis, tiedosto ladataan engineen ja laitetaan siellä aktiiviseksi. Engineelle aktivoiduilla tageilla voidaan tehdä paikannusta, kun viedään tagit siihen tilaan mihin, verkko on rakennettu ja tila kalibroitu. Tageja voidaan seurata reaaliaikaisesti engineella tai koneella, missä on Ekahaun Nic-kortti. Ekahaun Nic-kortti on usb:llä liitettävä kortti, johon on luotu Ekahaun Site Survey-sovellus, ja se voidaan liittää mihin tahansa kannettavaan tietokoneeseen, missä on usb-portti, ja asentaa sovellus siihen ja käyttää sitä.

Ekahau Vision on ohjelma, jolla voidaan myös seurata, missä tagi on. Tagi pitää aktivoida, ennen kuin sitä voidaan käyttää. Engineella voidaan määrittää tageille erilaisia ominaisuuksia mm. minkä ajan välein se ilmoittaa engineelle paikan tai mitä taajuuskanavaa se käyttää.

Määritimme lasertakymetrillä tarkat koordinaatit jokaiselle pisteelle. Tämän pohjalta tehtiin Autocadilla pisteet myös pohjapiirustukseen. Sen jälkeen oli helpompi tehdä paikannustarkkuuden testausta, kun pystyi paremmin määrittämään järjestelmälle paikan.

Ongelmana oli alkuun saada toimimaan kaikki kolme osiota yksin eli verkko, engine ja site Survey. Jos Engineä ei saa toimimaan verkossa, on mahdotonta rakentaa paikannusta siihen. Site Surveytä tarvitaan tekemään kalibrointitiedosto, joka tallennetaan engineelle, jonka perusteella Engine tekee paikannuksia.

4.2 Mittausten teko

Kun asennus ja muut tarvittavat toimenpiteet on tehty, voidaan tehdä mittauksia verkossa, joilla saadaan tietoa ohjelman suorituskyvystä. Voidaan myös tutkia vaikutuksia mittaustuloksiin.

Mittaukset voi tehdä Ekahaun Site Survey-ohjelmalla. Sillä voi tutkia kalibroinnin lisäksi testisurveilla paikannuksen tarkkuutta ja sen keskiarvovirhettä. Kun painetaan Site Surveyssä record-painiketta, ohjelma alkaa tallentaa signaaleja, joita se kuulee tilassa siellä liikuttaessa. Kun mittaus on tehty, sitä voi tarkastella ohjelmassa. Ohjelmassa voi määrittää, onko survey kalibroitisuusvai testisurvey. Koska tässä tapauksessa kalibointi on jo tehty, valitaan se testisurveyksi. Testisurveyä käytetään analysoimaan paikannuksen tarkkuutta. Paikan, joissa on tehty testisurveita, järjestelmä laskee paikannukselle tarkkuuden paikannusalgoritmien avulla. [22]

Mittauksia on tarkoitus tehdä 5 eri tavalla. Tarkoitus on testata eri määrillä tukiasemia eli 5, 4 ja 3 tukiasemalla. Yhtenä tapana on tarkoitus testata korkeuden vaikutusta eli tagi on 1,5 metrin korkeudessa lattiatason sijaan. Viimeisenä tapana on tarkoitus testata siten, että tagi on yhdessä kohdassa koko ajan. Paikkatieto otetaan järjestelmästä tasaisin väliajoin. Tähän tarkoitukseen on luotu java-sovellus, joka toimii yhteistyössä Ekahaun ohjelmien kanssa.

Kampuksen alueella on Panoulu-niminen avoin langaton verkko, joka häirtää suorituskyvyn testausta. Tämä vaikeuttaa testien tekoa, kun se käyttää muitakin verkkoja ja tukiasemia paikannukseen kuin wi-fi-verkkoa ja sen tukiasemia. Tämän takia tulee välillä huonoja tuloksia ja virhe on suuri. Ongelma korostuu erityisesti käytettäessä vähempää määrää tukiasemia, mutta ei ole vaikea huomata sitä. Kun tehdään testisurvey, virhe on suuri.

Mittausten teossa tuli myös esille sellainen seikka, että jos on tarkoituksena rakentaa paikannusjärjestelmä langattomaan verkkoon, suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon se seikka, missä ja millä alueilla voidaan tarvita tarkempaa paikannustarkkuutta ja missä ei tarvita niin tarkkaa paikannusta. Tukiasemien sijoittelulla voidaan vaikuttaa aika paljonkin siihen, millaisia paikannustarkkuuksia saadaan milläkin alueella.

Suurin ongelma kuitenkin oli löytää oikea tapa tehdä testisurveyä. Paikannusta varten tehtiin Tuotantostudion lattiaan 25 eri pistettä, joita käytettiin paikannuksen testaukseen. Jotta testaus

onnistuisi paremmin ja olisi helpompi toteuttaa, piirrettiin pisteet myös pohjakuvaan, joka on käytössä Enginellä paikannukseen. Ehdoton edellytys onnistuneelle testisurveylle on kuitenkin, että Site Survey saa yhteyden verkkoon. Ilman yhteyttä verkkoon ja tukiasemien signaaleja testien tekeminen on mahdotonta.

Ensimmäiseksi kokeilin paikannusta siten, että kävelin johonkin lattiassa olevalle pisteelle ja katsoin Ekahau Visionilla ja Site Surveyn track-komennolla, missä kohdassa niiden mukaan olin. Tämän pohjalta tein testisurveyn jossa askelsin pisteestä laitteiden antamaan kohtaan. Ongelmaksi muodostui liian nopea eteneminen paikasta toiseen ja järjestelmä ei pysynyt perässä ja suurin osa surveystä meni pieleen. Myös selvien kiintopisteiden puuttuminen voidaan luokitella ongelmaksi, kun ei oikein ollut, mihin pystyisi vertaamaan tuloksia eri tavoilla tehtyihin mittauksiin.

Toisena tapana kokeilin askeltaa pisteiden välillä eli pisteestä 1 pisteeseen 2 ja pisteestä 2 pisteeseen 3 jne. Tein aina testisurveyn edeten pisteestä toiseen lopettaen sen saavuttaessa toiseen pisteeseen ja aloitin uuden surveyn edeten seuraavaan pisteeseen. Edelleenkin oli samaa ongelmaa kuin ensimmäisessä mittaustavassa. Tehtäessä suurempaa määrää testisurveytä järjestelmä ei pysy perässä ja olettaa paikan olevan vielä sama kuin edellinen tai lähellä sitä.

Kolmantena tapana tein kuten edellisessä eli askelsin pisteestä toiseen, mutta tällä kertaa saavuttaessa toiseen pisteeseen pysähdyin ja lopetin surveyn siihen ja käännin 180 astetta ympäri ja aloitin uuden surveyn askeltaen takaisin lähtöpisteeseen. Ekahaun ohjelmassa on sellainen ominaisuus, että kun tehdään paikannuksia, se vertaa tehtyä paikannusta aina edelliseen ja, jos tagi on yhdessä kohdassa, seuraava paikka on aina edellisen lähellä. Viidennessä tavassa on testattu tätä toimintoa. Tästä johtuen tein paikannukset kolmannella tavalla. Jos liikut liian nopeasti paikasta toiseen, ohjelma ei pysy perässä ja olettaa, että et ole voinut vielä ehtiä sinne asti tai se voi myös olettaa, että et ole liikkunut ollenkaan. Lopputuloksena on suuria virheitä ja laskettu paikka ei periaatteessa muutu miksiäkään.



Kuva 8. Testsurvey, joka on tehty pisteestä 9:stä 10:een.

Kuvassa 8 on tehty survey, joka on sitten määritetty järjestelmälle testsurveyiksi. Sininen viiva on virhevektori, joka kertoo graafisesti virheen pituuden ja sen pää on järjestelmän laskema paikka. Mitä pitempi virhevektori, sen suurempi keskiarvovirhe. Keskiarvovirhe oli tässä tapauksessa 1 metri. [23]



Kuva 9. Toinen testsurvey, joka on tehty pisteestä 12 13:sta.

Kuvassa 9 on tehty toinen testsurvey. Virhevektori on hieman pidempi mitä kuvassa 6. Tällä kertaa keskiarvovirhe oli 2,5 metriä.

Viimeisenä kokeilin erilaista testausmenetelmää ja eri ohjelmaa. Käytössä oli ranskalaisen vaihto-opiskelija Matthiew Marchadour'n luoma sovellus, joka antaa paikkatiedon xy-koordinaatteina. Se toimii api-rajapinnalla Ekahaun sovellusten kanssa. Se hakee paikkatiedon Engineltä ja ilmoittaa paikan pikselikoordinaatteina ja kirjaa tuloksen tekstitiedostoon. Kokeilin sitä siten, että vein yhden tagin jollekin pisteelle ja otin paikkatiedon tasaisin väliajoin.

4.3 Tulosten käsittely ja analysointi

Kun mittaukset on tehty, voidaan tutkia ja analysoida saatuja tuloksia. Saaduista tiedoista yritetään löytää oleellinen informaatio ja tärkeimmät informatiiviset arvot eli pyritään löytämään saadusta datasta tarvittavat tiedot ja erottelemaan oleellinen ja epäoleellinen tieto.

Alkuperäisenä suunnitelmana oli tutkia informaatiota myös matemaattisilla työkaluilla, mutta huomattiin, että mittauksia voi tehdä myös Ekahaun Site Survey-ohjelmalla, joka antaa suoraan keskiarvovirheen mittauksessa, joten niitä tuloksia ei tarvitse käsitellä matemaattisesti. Viimeisen tavan testejä on tarpeen käsitellä matemaattisesti. Koordinaatti pitää muuttaa pikseleistä metreihin ja keskiarvovirheen saa laskettua matemaattisilla työkaluilla. Microsoft Excel soveltuu tähän tarkoitukseen. Koordinaatti oli muutettavissa metreistä pikseleihin kertomalla pikselikoordinaatti skaalalla, joka oli määritetty Site Surveylla karttaan. 1 pikseli oli 74 cm.

Ensimmäisenä kokeilin 5 tukiasemalla eli suurimmalla määrällä, mitä on käytettävissä, jolla pitäisi tulla paras tulos. Keskiarvovirheeksi tuli 3,7 metriä, joten ei tullut mitään yllättävää tuloksissa. Keskiarvovirhe on keskiarvo kaikille virheille jokaisessa paikannusarvioissa[24] Olisi ollut yllätys, jos olisi tullut suurempi keskiarvovirhe kuin vähemmällä määrällä tukiasemia tehdyt testit. Tässä tapauksessa kyseessä on 4 tukiasemalla ja 3 tukiasemalla tehdyt paikannustestaukset.



Kuva 10. 5 tukiaseman virhevektorit.

Kuvassa 10 on tehty paikannustestaukset 5 tukiasemalla. Keskiarvovirhe oli 3,7 metriä. Site Survey piirtää myös testisurveyn virhevektorin käyttäjän niin halutessa. Oranssi piste tarkoittaa todellista paikkaa ja vektorin toinen pää järjestelmän laskemaa paikkaa.

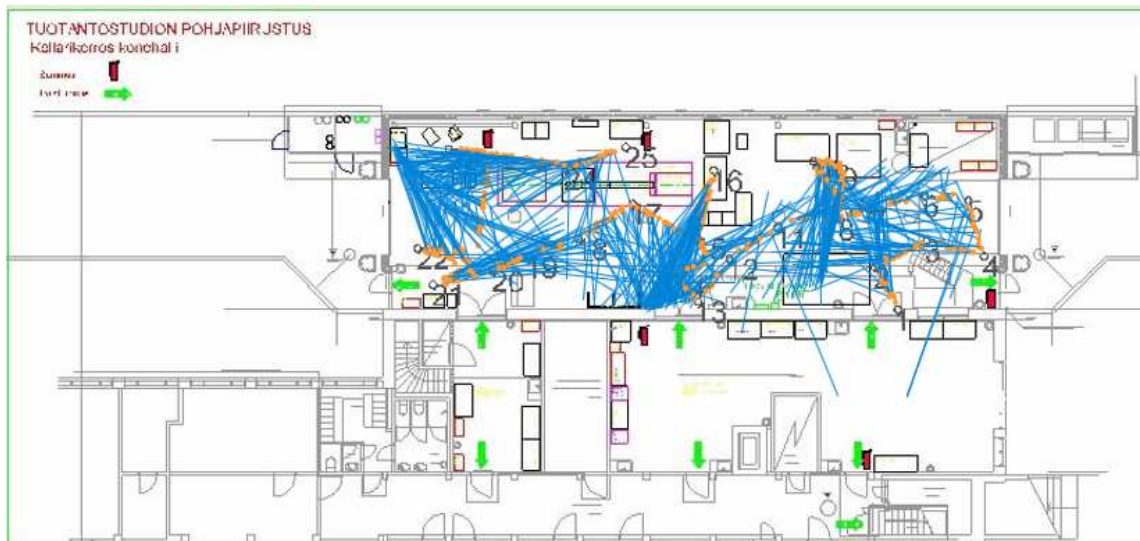
Toisena kokeilin 5 tukiasemalla ja korkeuden vaikutusta paikannustarkkuuteen. Muissa testeissä tagi oli lattiatasossa ja tällä kertaa se oli 1,5 metrin korkeudessa. Keskiarvovirheeksi tuli 3,6 metriä.



Kuva 11. Virhevektorit 5 tukiasemalla ja 1,5 metrin korkeudella.

Kuvassa 11 on paikannustestit tehty 5 tukiasemalla ja tagi oli 1,5 metrin korkeudessa. Keskiarvovirhe oli 3,6 metriä eli 0,1 metriä pienempi kuin 5 tukiasemalla ja tagi lattiatasossa, joten korkeudella ei ole kovin suurta vaikutusta tarkkuuteen.

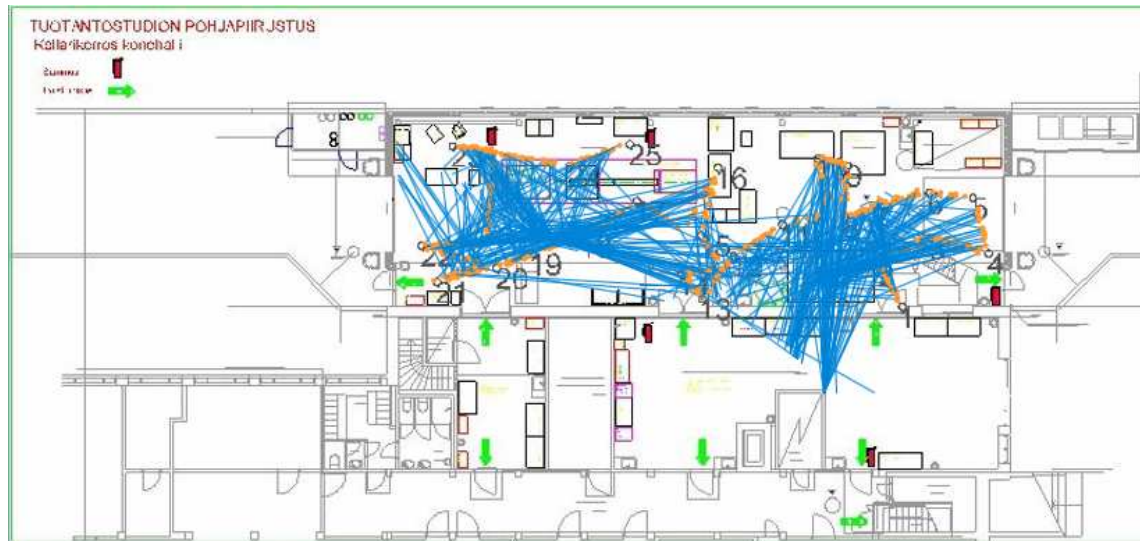
Kolmantena otin yhden tukiaseman pois käytöstä ja tein testejä 4 tukiasemalla. Keskiarvovirheeksi tuli 4,2 metriä. Virhe suureni jonkun verran ja suurenemista huomasin alueella mistä tukiasema oli poistettu käytöstä.



Kuva 12. Virhevektorit 4 tukiasemalla.

Kuvassa 12 on tehty paikannustestit 4 tukiasemalla. Tukiasema pisteen 21 lähellä ei ole käytössä. Tukiasemien paikat ovat nähtävissä kuvassa 2. Huomioitavaa on, että virhevektorit pidentyivät tältä alueelta ja järjestelmä on laskenut paikan vain muutamaa kohtaan, vaikka testisurveytä on tehty samoissa paikoissa kuin 5 tukiasemalla.

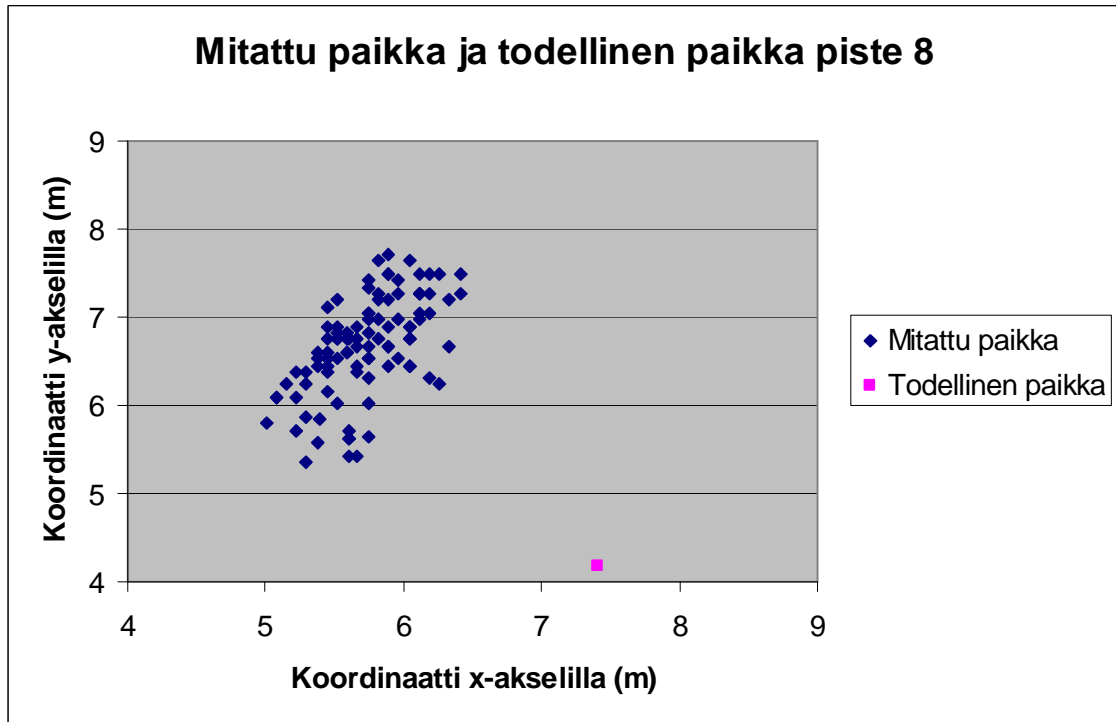
Neljäntenä tein mittaukset 3 tukiasemalla eli poistin vielä toisen tukiaseman käytöstä. Keskiarvovirheeksi tuli 5,5 metriä. Virhe suureni edellisestä kohdasta.



Kuva 13. Virhevektorit 3 tukiasemalla.

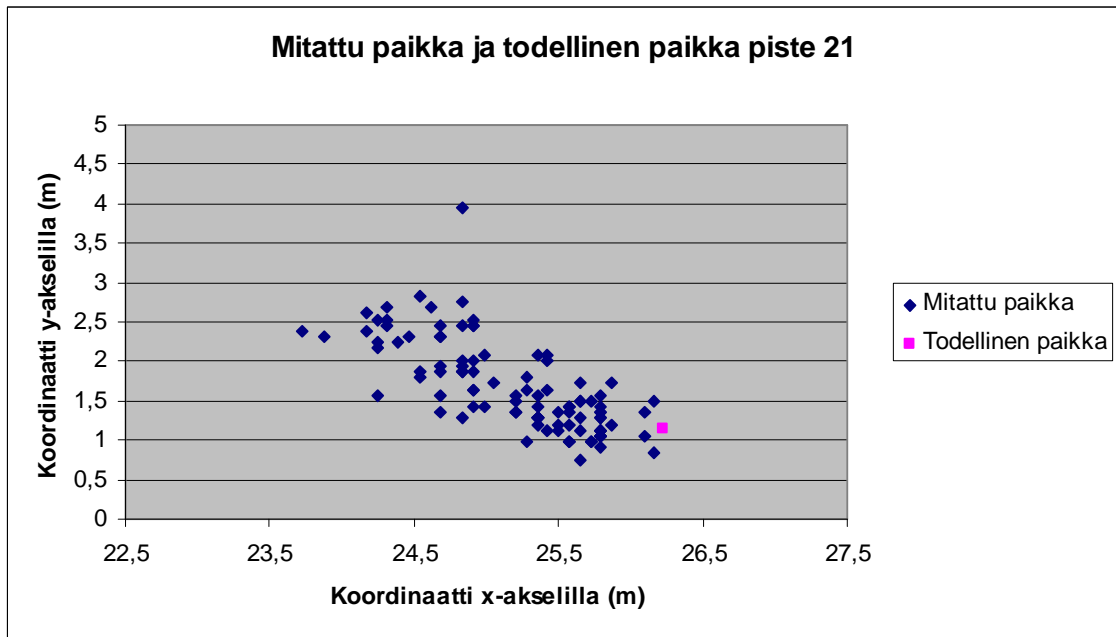
Kuvassa 13 on kuvattu virhevektorit 3 tukiasemalla. Virhe suurenee erityisesti alueilla, minkä lähetyksiltä on tukiasema poistettu käytöstä. Paikka, mistä sammutettiin vielä tukiasema, on pisteiden 1 ja 4 lähetyksillä. Tukiasemien sijoittelu on nähtävissä kuvassa 2. Alueilla missä on vielä tukiasemat, virhe ei suurene niin paljon kuin alueilla, mistä on tukiasema poistettu käytöstä.

Viidentenä kokeilin eri sovellusta, mutta paikannusmenetelmä oli sama. Käytössä oli Ranskalaisen vaihto-opiskelija Matthiew Marchadour'n luoma sovellus, joka antaa paikkatiedon xy-koordinaatteina. Se toimii api-rajapinnalla Ekahaun sovellusten kanssa. Se hakee paikkatiedon Engineltä ja ilmoittaa paikan pikselikoordinaatteina ja kirjaa tuloksen tekstitiedostoon. Kokeilin sitä siten, että vein yhden tagin jollekin pisteelle ja otin paikkatiedon tasaisin väliajoin. Testien jälkeen koordinaatit piti vielä muuttaa pikseleistä metreihin, jotta tulosten käsittely ja analysointi olisi helpompaa. Todellinen paikka on määritetty lasertakymetrillä.



Kuva 14. Pisteessä 8 tehdyt testit.

Kuvassa 14 on kuvattu graafisesti paikannustestaukset pisteessä 8. Piste 8 paikka löytyy kuvasta 2. Paikkatiedot on muutettu pikseleistä metreihin. Keskiarvovirhe oli 3,05 metriä ja keskihajonta 0,46 metriä. Keskiarvovirhe tulee todellisen ja mitatun paikan erosta ja keskihajonta mitattujen tulosten keskihajonnasta. Keskiarvovirhe johtuu kalibroinnin aiheuttamasta virheestä ja keskihajonta mittausten aiheuttamasta virheestä. Täydellisessä kalibroinnissa todellinen paikka on mitattujen paikkojen keskellä.[25] Kun tagia pidetään yhdessä paikassa, järjestelmän laskema paikka ei heittele niin paljoa kuin aikaisimmissa testeissä, kun tagi aina siirrettiin eri paikkaan tehdyn testin jälkeen. Järjestelmä laskee paikan aina edellisen paikan lähetyville.



Kuva 15. Pisteessä 21 tehdyt testit.

Kuvassa 15 on kuvattu graafisesti pisteessä 21 tehdyt testit. Piste 21 paikka on nähtävissä kuvassa 2. Nämä tulokset on myös muutettu metrikoordinaateiksi. Tällä kertaa keskiarvovirhe oli 1,22 metriä ja keskihajonta 0,39 metriä. Pienempi keskiarvovirhe johtuu paremmasta kalibroinnista mitä pisteessä 8.

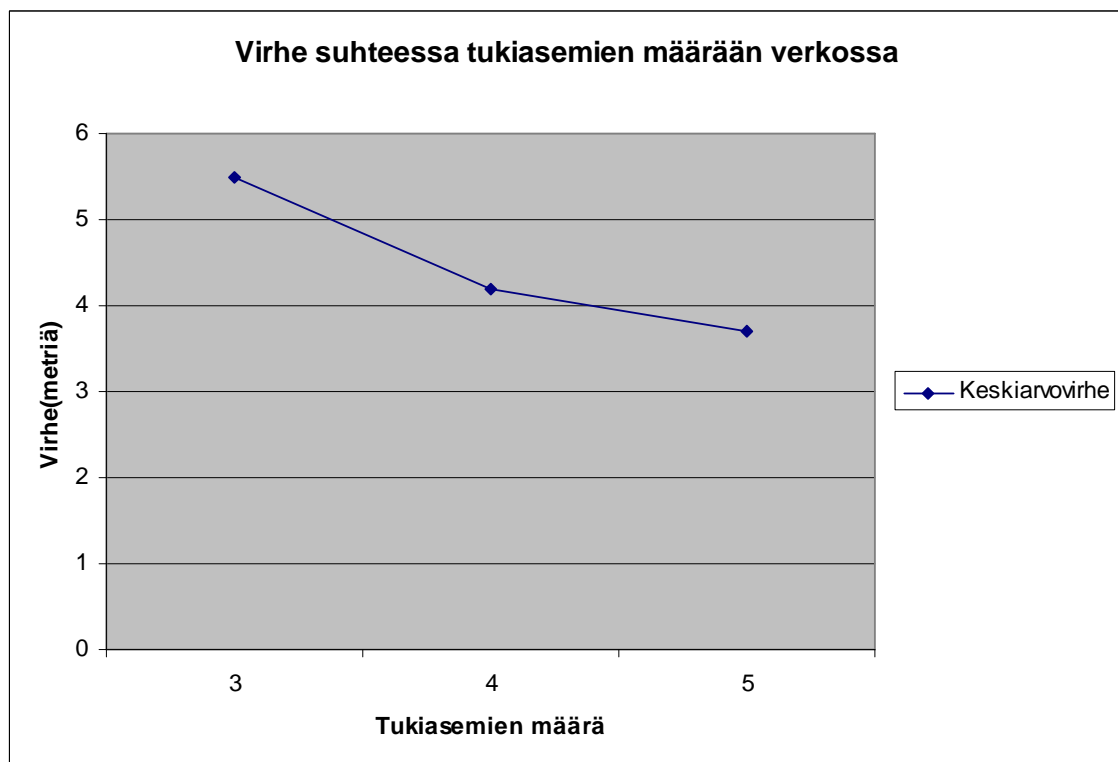
Tarkoitus oli tutkia, kuinka paljon tukiasemien määrä vaikuttaa tarkkuuteen ja löytyykö jossakin kohtaa se määrä, jonka jälkeen tarkkuus ei parane enää kuin marginaalisesti. Paikannuksen tarkkuus paranee huomattavasti, kun 3 tukiasemaan verkossa lisättiin 1 tukiasema lisää. 3 tukiasemalla keskiarvovirhe oli 5,5 metriä.

4 tukiasemaa verkossa keskiarvovirhe oli 4,2 metriä, eli virhe pieneni yli 1 metrin, mikä on aika merkittävä parannus. Kun lisättiin yksi tukiasema vielä lisää eli 4 tukiasemasta verkossa 5 tukiasemaan verkossa. Keskiarvovirhe oli 3,7 metriä. Virhe pieneni n. 0,5 metriä eli ei enää niin paljon kuin lisättäessä 3 tukiasemasta 4 tukiasemaan. 5 tukiasemalla saadaan jo tyydyttävä paikannustarkkuus opinnäytetyössä olevaan konepajaan, jossa paikannustestaukset tehtiin.

Tukiasemien sijoittelulla ja verkon suunnittelulla ja miten se on rakennettu on myös merkitystä. Signaalin voimakkuus on voimakkaampi, mitä lähempänä tukiasemaa testauksen tekee. Tukiasemien sijoittelun voi tehdä siten, että sijoittaa tukiasemia sellaisiin paikkoihin, joihin on

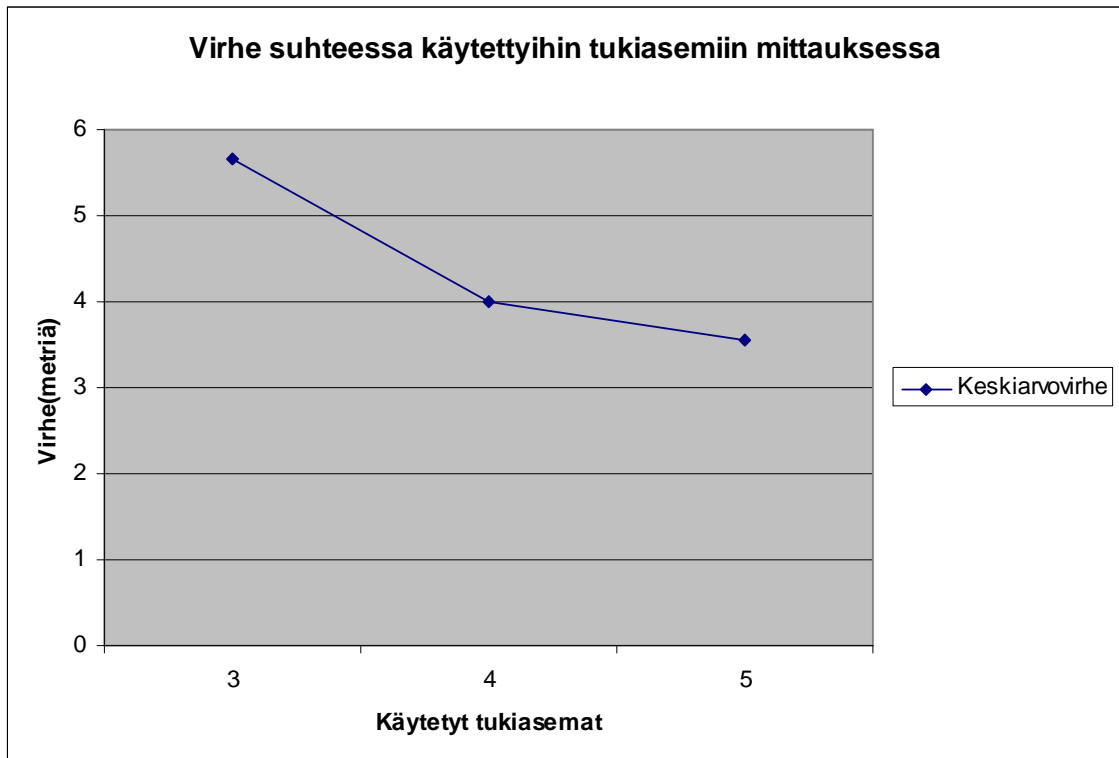
tarkoitus saada hyvä paikannustarkkuus, esim. jokin laite, jotta nähdään mahdollisimman tarkasti, että etsitty kohde on juuri siinä laitteessa sillä hetkellä työn alla.

Tutkittiin myös paikannuksessa käytetyn signaalin voimakkuutta ja tukiasemien määrän vaikutusta paikannustarkkuuteen. Toiminto, jolla surveytä voi tutkia, on survey inspector. Tarkoitus oli tutkia saaduista tuloksista, onko signaalin voimakkuudella vaikutusta mittaustuloksiin ja tarkkuteen. Myös kiinnosti se, onko signaalin voimakkuudella merkitystä paikannustarkkuuteen. Jos on, minkälainen signaalin voimakkuus tarvitaan paikannukseen ja montaako tukiasemaa pitää tagin pitää kuulla, jos halutaan saada joku tietty tarkkuus paikannukseen tietylle alueelle.[26]



Kuva 16. Graafinen esitys keskiarvovirheestä suhteessa tukiasemien määrään verkossa.

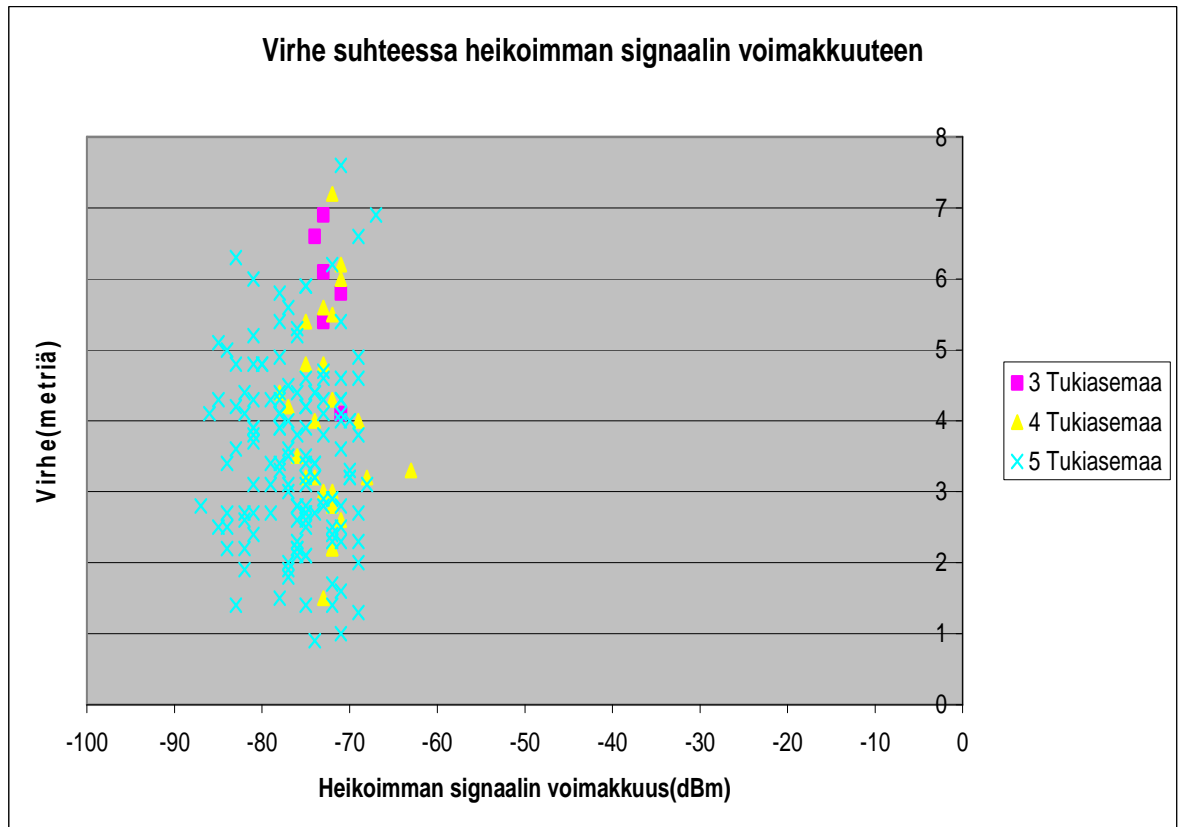
Kuvassa 16 on kuvattu graafisesti muutos, kun lisätään tukiasemien määrää verkossa, miten keskiarvovirhe muuttuu tukiasemien määrän muuttuessa. Kun lisättiin 3 tukiasemasta 4, virhe pieneni huomattavasti. Kun lisättiin 4 tukiasemasta 5 tukiasemaan, virhe ei enää pienentynyt läheskään niin paljon kuin lisättäessä 3 tukiasemasta 4 tukiasemaan. Jokaisella 3 testaustavalla testisurveita on tehty n. 200 eli kaikkiaan surveja on otoksessa n. 600.



Kuva 17. Graafinen esitys virheestä suhteessa käytettyihin tukiasemiin mittauksissa.

Tutkittiin myös testisurveita tarkemmin Site Survey-ohjelmalla. Kartoitettiin, kuinka monta tukiasemaa paikannuksessa on käytetty, jos verkossa on 5 tukiasemaa. Tagi ei joka mittauksessa ole kuullut kaikkia tukiasemia. Joissakin mittauksissa se kuuli vain 4 tukiasemaa, muutamissa mittauksissa vain 3 tukiasemaa. Testisurveita voi tutkia survey inspector-toiminnolla. Surveista on nähtävissä, monestako tukiasemasta on saatu signaali ja monestako ei. [27]

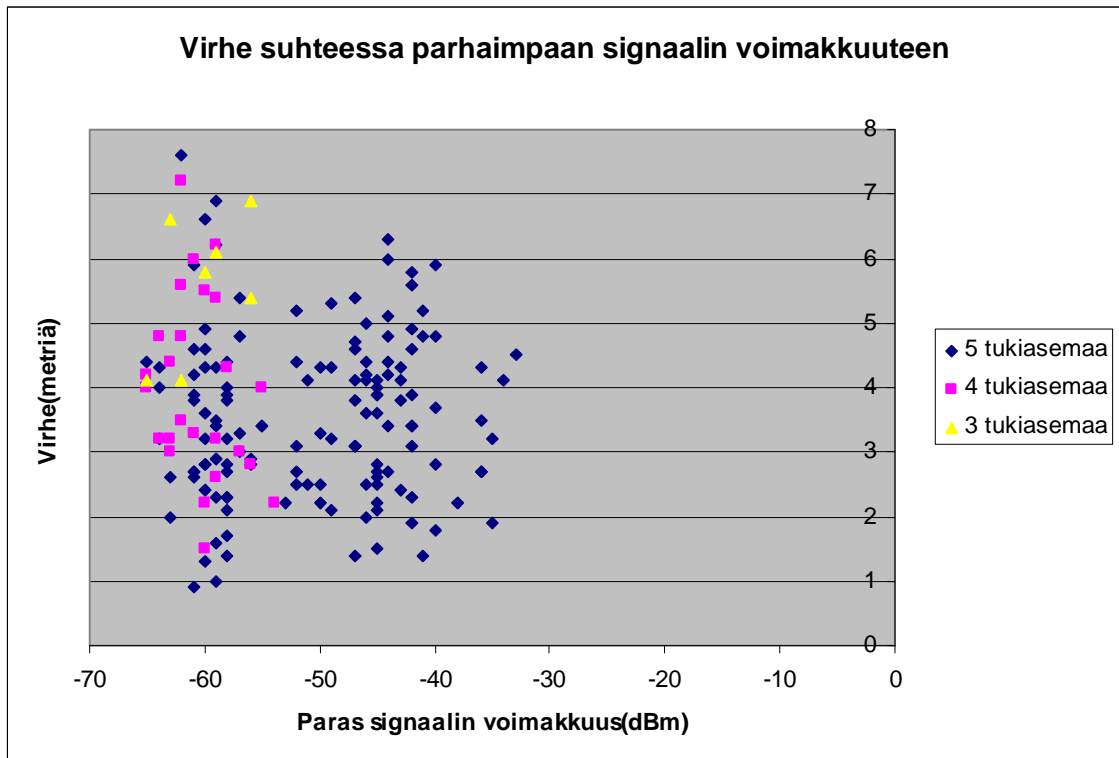
Kuvassa 17 on otoksessa 5 tukiaseman testisurveyt. Suurimmassa osassa on käytetty maksimimäärää eli 5 tukiasemaa. Jonkun verran löytyi sellaisia surveytä, joissa oli käytetty 4 tukiasemaa, jolloin järjestelmä ei ollut saanut signaalia jostakin tukiasemasta. Löytyi myös muutamia surveja, joissa oli käytetty vain 3 tukiasemaa, jolloin signaali oli saatu vain 3 tukiasemasta. Keskiarvovirheet olivat samansuuntaisia kuin otoksessa, missä verrattiin virhettä suhteessa tukiasemien määrään verkossa ja määrää muuttaessa. Jos haluaa edes kohtuullisen paikannustarkkuuden tämän kokoisella alalla, missä nämä paikannustestaukset on tehty, 3 tukiasemaa on liian vähän. Jos keskiarvovirhe on 5,5 metriä, tuloksissa tulee liian paljon heittelyä, että saisi käsityksen todellisesta paikasta.



Kuva 18. Graafinen esitys keskiarvovirheestä suhteessa heikoimpaan signaaliin voimakkuuteen.

Site Survey antaa myös paikannuksessa käytettyjen tukiasemien signaalien voimakkuuden niistä tukiasemista, mitä se kuulee tietyissä surveissa. Otin otaksuntaan jokaisen testisurveyn huonoimman signaalin voimakkuuden suhteessa sen keskiarvovirheeseen.[27]

Kuvassa 18 on nähtävissä kaikki tutkitut testisurveys 5 tukiasemalla tehdyistä mittauksista. Suurempi merkitys näyttää olevan tukiasemien määrällä kuin huonoimmalla signaalin voimakkuudella. Parempi paikannustarkkuus saadaan, kun kuullaan useampi tukiasema, vaikka osa signaalin voimakkuuksista olisi huonoja. Toisaalta mitä useampaa tukiasemaa järjestelmä kuulee, sitä huonompi on yleensä huonoimman signaalin voimakkuus, mutta sillä ei näytä olevan kovin suurta heikentävää vaikutusta paikannustarkkuuteen. Vaikka 5 tukiasemalla huonoin signaali on heikompi kuin 4 tukiasemalla, siltikin keskiarvovirhe on samansuuruinen kuin 4 tukiasemalla.



Kuva 19. Otoksessa kuvataan virhettä suhteessa parhaimman signaalin voimakkuuteen.

Tutkittiin myös jokaisen testisurveyn parhaimman tukiaseman signaalin voimakkuutta suhteessa keskiarvovirheeseen. Tarkoitus oli tutkia, onko sillä vaikutusta virheeseen, millaisia tukiasemien voimakkuuksia järjestelmä kuulee tehtäessä paikannuksia. [27]

Tarkoitus oli myös tutkia, löytyykö tukiaseman voimakkuudella ja tarkkuudella jotain yhteyttä. Eli voitaisiin määrittää, millä tukiaseman kuuluvuuden voimakkuudella saataisiin joku tietty tarkkuus. Ei auta, että on yksi hyvä signaalin voimakkuuksinen tukiasema, vaan tarvitaan useampi kuultu tukiasema hyvään paikannustarkkuuteen, eli kannattaa keskittyä siihen, että saa useampia tukiasemia kuulumaan koko alueella, missä on tarvetta paikannukselle ja varsinkin alueilla, missä tarvitaan tarkempaa paikannusta.

Kuvassa 19 on nähtävissä testisurveyt 5 tukiasemalla. Tällä kertaa tutkittavana oli paras signaalin voimakkuus. Tärkeintä on paikannuksessa saada kuulumaan useampi tukiasema kerralla, jos halutaan saada hyviä tuloksia. On parempi tarkkuus, kun kuullaan useampi tukiasema keskitasolla, kuin että yksi on hyvä ja muut ovat huonoja. Vaikka 5 tukiasemalla parhaimman tukiaseman signaalin voimakkuus on aika hyvä, keskiarvovirhe ei ole paljon sen pienempi kuin 4 tukiasemalla ja huonommalla signaalin voimakkuudella.

4.4 Hitsauksen vaikutus tarkkuuteen

Tarkoitus oli myös tutkia hitsauksen vaikutusta paikannukseen. Huonontaako se paikannuksen tarkkuutta vai häiritseekö se jollakin muulla tavalla. Tehtyjen testien perusteella en ole havainnut hitsauksen aiheuttamien valokaarien ja radiohäiriöiden vaikuttavan paikannukseen, että se huonontaisi tuloksia tai hidastaisi paikannusprosessia.

6 JATKKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Jatkokehitysmahdollisuuksia löytyy joitakin. Näillä versioilla millä tehtiin testit, jäi puuttumaan ainakin yksi hyödyllinen sovellus tai ominaisuus. Jotta paikannuksesta saataisiin konepajaympäristössä ja teollisuudessa vieläkin suurempi hyöty, olisi hyvä tehdä sellainen ominaisuus, että löytyisi loki eli nähtäisiin nopeasti ja helposti, missä seurattava tagi on ollut ja mitä eri paikkoja se on kiertänyt läpi. Tätä ominaisuutta ei ole käytetyssä versiossa. Tämä siksi, että nähtäisiin suoraan, onko prosessi mennyt läpi ilman ongelmia. Jos ei, missä kohdin on ollut ongelmia ja mitä vaiheita on käyty läpi uusiksi. Myös paikannustarkkuudessa olisi parantamisen varaa.

7 YHTEENVETO

Sain tehtyä Ekahaun ohjelmien asennukset verkkoon. Asennusten jälkeen tutustuin Ekahaun ohjelmiin. Sen jälkeen tein kalibroinnin alueesta, jolla paikannuksia oli tarkoitus tehdä. Tiedosto tallennettiin Enginelle, jolla pyöritetään paikannusta. Näiden toimenpiteiden jälkeen voitiin aloittaa paikannustestaukset. Alkuun en löytänyt oikeaa testaustapaa. Monenlaisten vaiheiden jälkeen löytyi oikea testaustapa, jolla saatiin oikeanlaisia tuloksia aikaiseksi.

Pienin virhe saatiin 5 tukiasemalla joka oli 3,7 metriä. Virhe suurenee vähennettäessä tukiasemia. 4 tukiaseman virhe oli 4,2 metriä. 3 Tukiaseman virhe oli 5,5 metriä. 5 tukiasemaa ja tagi oli 1,5 metrin korkeudessa, sen virhe oli 3,6 metriä. Tuloksissa ei ollut mitään yllätyksiä. Oli odotettavaa, että suuremmalla määrällä tukiasemia tulee pienempi keskiarvovirhe.

Viidentenä tapana mittauksissa käytin eri sovellusta kuin aikaisemmissa mittauksissa. Tällä kertaa tagi oli koko ajan samassa kohdassa mittausten ajan. Ensimmäisessä testissä keskiarvovirheeksi tuli 3,05 metriä ja keskihajonta oli 0,46 metriä. Toisessa testissä keskiarvovirhe oli 1,22 metriä ja keskihajonta oli 0,39 metriä. Vertasin kalibrointeja niiden pisteiden alueilla, joissa testit tehtiin. Kalibrointi oli parempi kuin ensimmäisten testien alueella. Tämän takia pisteessä 21 tehtyjen testien keskiarvovirhe on pienempi kuin pisteessä 8 tehdyt testit. Mitä tarkempaan tarkkuuteen järjestelmä pystyy, sitä enemmän keskihajonta tuloksissa pienenee.

Suurin yllätys kuitenkin oli, että hitsaus ei vaikuttanut paikannustarkkuuteen. Testien perusteella ei ole havaittu, että hitsauksen aiheuttamat radiohäiriöt vaikuttavat paikannukseen, joten ei tämän takia ainakaan ole estettä rakentaa tarkkaa paikannusta langattomaan verkkoon konepajoissa.

Testausten jälkeen analysoin tuloksia. Site Survey-ohjelmalla pystyi testien lisäksi tutkimaan tehtyjä surveytä. Yksi niistä oli se, että nähtiin, mitä tukiasemia järjestelmä oli kuullut testisurveytä tehtäessä. Vaikka verkossa oli 5 tukiasemaa, järjestelmä ei kuitenkaan aina kuullut kaikkia tukiasemia tehdyissä surveyssä. Tutkinnassa oli 5 tukiasemaa verkossa. Kun järjestelmä kuuli 5 tukiasemaa, keskiarvovirhe oli 3,5 metriä. 4 kuultua tukiasemaa kohti, virhe oli 4,0 metriä. Kun

järjestelmä kuuli vain 3 tukiasemaa, virhe oli silloin 5,65 metriä. Tulokset olivat samansuuntaisia kuin keskiarvovirheet tutkittaessa virheitä suhteessa tukiasemien määrään verkossa.

Tutkin paikannukseen käytettyjen tukiasemien signaalien voimakkuuksia. Tutkinassa oli testisurveyden huonoimman tukiaseman signaalin voimakkuus. Suurempi merkitys näyttää olevan tukiasemien määrällä kuin huonoimmalla signaalin voimakkuudella. Parempi keskiarvovirhe tuli niissä testisurveyssä, joissa oli useampi kuultu tukiasema keskitason arvoilla verrattuna vähäiseen määrään hyvilläkin arvoilla

Tarkoitus oli myös tutkia, löytyykö tukiasemien signaalien voimakkuuksilla ja paikannuksen tarkkuudella jotain yhteyttä. Tutkin testisurveyden parhaan tukiaseman signaalin voimakkuutta, voisiko sen pohjalta määrittää, millä tukiaseman kuuluvuuden voimakkuudella saataisiin joku tietty tarkkuus. Selvää yhteyttä ei noilla kahdella edellä mainituilla asialla ollut.

Tärkeintä on paikannuksessa saada kuulumaan useampi tukiasema kerralla, jos halutaan saada hyviä tuloksia. Saadaan parempi tarkkuus, kun kuullaan useampi tukiasema keskitasolla kuin, että yksi hyvä ja muut huonoja.

Tehtyjen testien ja saatujen tulosten pohjalta voidaan sanoa, että verkon suunnittelulla ja tukiasemien sijoittelulla on suuri merkitys paikannustarkkuudessa eli kannattaa keskittyä siihen, että saa useampia tukiasemia kuulumaan koko alueella, missä on tarvetta paikannukselle ja varsinkin alueilla missä tarvitaan tarkempaa paikannusta. Verkkoa suunniteltaessa kannattaa ottaa huomioon sekin, jos aikoo rakentaa sinne langattoman paikannuksen. Koko alue pitäisi saada peitettyä tukiasemilla ja ne pitäisi saada sijoiteltua tasaisin välimatkoin koko alalle.

Tulosten perusteella nähdään myös, että keskiarvovirhe oli liian suuri, jotta saataisiin tarpeeksi tarkka tieto todellisesta paikasta konepajassa. Käytössä oli 5 tukiasemaa, joten niitä tarvittaisiin enemmän, jotta saataisiin tarkkuutta paremmaksi. Testien perusteella sovelluksien ominaisuudet ovat puutteelliset, jotta saataisiin langattomasta paikannuksesta hyötyä konepajoissa ja niiden toimintaa tehokkaammaksi. Suurin puute on historiatiedot eli lokitiedot eli missä tagi on millonkin ollut.

LÄHDELUETTELO

1. <http://wida.raahe.oamk.fi/Etusivu> viitattu 10.3.2011
2. <http://wida.raahe.oamk.fi/Sovellukset> viitattu 11.3.2011
3. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivu 38-42
4. <http://fi.wikipedia.org/wiki/GPS> viitattu 14.3.2011
5. <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/kartoitus/gps-mittaus> viitattu 14.3.2011
6. https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12578/Pylsy_Risto.pdf?sequence=1 sivu 19 viitattu 30.3.2011
7. http://www.surveyequipment.com/PDFs/TPS1200_User_Manual.pdf sivut 10–11 viitattu 15.3.2011
8. http://www.surveyequipment.com/PDFs/TPS1200_User_Manual.pdf sivu 12 viitattu 15.3.2011
9. http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/tps/tps1200/brochures-datasheet/Leica_TPS1200+TechnicalData_en.pdf sivu 6 viitattu 15.3.2011
10. http://www.surveyequipment.com/PDFs/TPS1200_User_Manual.pdf sivu 13 viitattu 16.3.2011
11. http://www.surveyequipment.com/PDFs/TPS1200_User_Manual.pdf sivut 84-85 viitattu 16.3.2011
12. http://www.leica-geosystems.com/downloads123/zz/tps/tps1200/brochures-datasheet/Leica_TPS1200+TechnicalData_en.pdf sivu 7 viitattu 17.3.2011
13. http://www.leicanet.fi/Geo/Tuote/SYSTEM_1200/TPS1200_pLUS/System_TPS1200plus.html viitattu 17.3.2011
14. http://www.surveyequipment.com/PDFs/TPS1200_User_Manual.pdf sivu 15 viitattu 18.3.2011
15. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivu 7
16. EPE User Guide.pdf sivu 9
17. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivu 7
18. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivut 34-36
19. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivut 54-56
20. ESS User Guide.pdf sivut 24-27
21. Ekahau Vision User Guide.pdf sivu 7
22. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivut 48-55
23. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivut 51-52
24. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivu 48

- 25. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivut 54-56, 59-62
- 26. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivut 52-53
- 27. ESS User Guide for Deploying RTLS.pdf sivu 53